

Impact de la nature du fourrage sur la qualité nutritionnelle du lait de chèvre

Elevage caprin

Rations à base d'herbe

Qualité nutritionnelle du lait

Région Grand-Ouest

Auteurs

- INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers, KOCKEN Tom
- Institut de l'élevage, MINIER Marine,
 - ACTALIA, GABORIT Patrice,
- INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers, CAILLAT Hugues
- INRAE Auvergne-Rhône-Alpes, FERLAY Anne

Partenaires

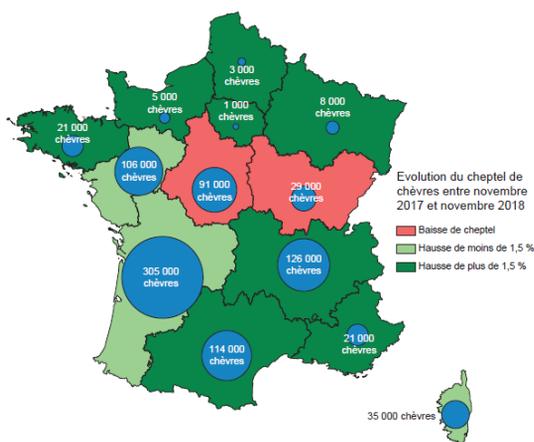
- INRAE, Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
 - VetAgro Sup
- IDELE, Institut de l'élevage
 - ACTALIA
- Chambres d'agriculture de Bretagne et Pays de la Loire
 - France conseil élevage
- BRILAC, Bureau Régional Interprofessionnel du Lait de Chèvre de Poitou-Charentes et Pays de la Loire



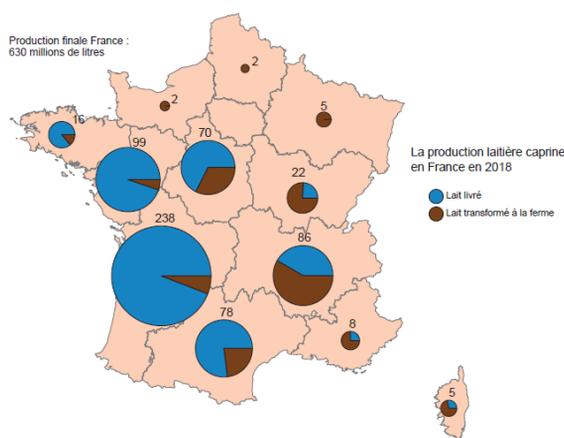
- Caractériser et authentifier des laits crus issus d'élevages caprins du Grand Ouest selon les systèmes de production
- Obtenir des tables de composition des laits selon les systèmes de production.
- Caractériser l'effet de la nature du fourrage et du mode de valorisation de l'herbe, pâturée, ou conservée par voie humide ou sèche, dans les systèmes de production caprins du Grand Ouest sur la composition des laits en composés d'intérêt nutritionnels.

Contexte de recherche

Les filières caprines laitières du Grand Ouest (Bretagne, Normandie, Nouvelle-Aquitaine, Pays de la Loire) représentent en 2018 : 50 % de l'effectif national des chèvres et 56 % du lait produit en France. Face à la volatilité du coût des matières premières, l'herbe est une des pistes intéressantes pour réduire les charges et de manière plus générale pour améliorer la durabilité des élevages. Pour cela, il est nécessaire de comprendre la place et le niveau actuel et potentiel de valorisation de l'herbe dans les systèmes caprins, et d'en déterminer de manière objective les effets sur la qualité du lait.



Répartition régionale du cheptel français de chèvres en novembre 2018 (1000 têtes) et évolution par rapport à 2017



Répartition géographique de la production de lait de chèvre en France

Source : GEB-Institut de l'Élevage d'après Agreste - SAA

Originalité des résultats

A ce jour, il existe très peu de données relatives à la composition nutritionnelle du lait issu de systèmes caprins maximisant l'utilisation de l'herbe. L'intérêt de l'herbe pâturée sur les teneurs en constituants nutritionnels dans le lait de vache a déjà été montré (en particulier pour les acides gras, caroténoïdes et vitamines liposolubles). Le projet contribue à apporter des connaissances complémentaires en lien avec l'ingestion d'herbe pâturée ou conservée sur des constituants peu étudiés (acides gras spécifiques, vitamines du groupe B) des laits de chèvre dans l'optique de caractériser au mieux les produits.

La qualité nutritionnelle des laits

Les acides gras (AG)

Les acides gras saturés

Le lait de chèvre diffère de celui de vache de par la taille des globules gras. Ceux du lait de chèvre sont plus petits que ceux de vache. De plus le lait caprin est plus riche en acides gras à chaîne courte que le lait de vache. Cette composition permet au lait de chèvre d'être plus digeste que celui de vache. Parmi ces acides gras à chaîne courte on retrouve notamment l'acide caproïque (C6:0), l'acide caprylique (C8:0) et l'acide caprique (C10:0).

D'autres à chaîne plus longue, l'acide laurique (C12:0) et l'acide myristique (C14:0), pourraient respectivement moduler les propriétés de certaines protéines et avoir une activité antimicrobienne (ITPLC, 2007). Cependant tout comme l'acide palmitique, en excès ils présenteraient un risque d'hypercholestérolémie et athérogène. Enfin les acides gras saturés à chaîne longue, avec 18 carbones et plus sont totalement neutres vis-à-vis du taux de cholestérol sanguin. L'acide stéarique (C18:0) protégerait même le système cardiovasculaire au lieu de favoriser l'augmentation du taux de cholestérol sanguin.

Les acides gras insaturés

Parmi les acides gras insaturés du lait de chèvre, on retrouve essentiellement de l'acide oléique (Oméga-9), réputé pour ne pas avoir d'effet néfaste sur le système cardiovasculaire.

Mais si le lait de chèvre en contient peu, il contribue également aux apports en AG indispensables. Ces derniers ne peuvent pas être synthétisés par l'Homme. Parmi eux, l'acide linoléique (Oméga-6) et l'acide α -linoléique (Oméga-3), qui participent au maintien des structures membranaires et à leur bon fonctionnement.

Tableau 1 : Comparaison des teneurs en acides gras (g/100g) de différents laits

		Lait de chèvre entier	Lait de vache entier	Lait de brebis entier
Acide gras saturés	C6:0, C8:0, C10:0	0,34	0,38	0,33
	C12:0	0,1	0,11	0,25
	C14:0	0,25	0,32	0,65
	C16:0	0,68	0,88	1,53
	C18:0	0,33	0,38	0,9
Acide gras insaturés	C18:1n-9cis (Oméga 9)	0,76	0,75	1,26
	C18:2n-6 (Oméga 6)	0,087	0,087	0,18
	C18:3n-3 (Oméga 3)	0,029	0,019	0,073
	Oméga6/Oméga3	3	4,4	2,5

Source: table Ciquai, lait entier

Les vitamines

Le lait de chèvre contient beaucoup de vitamines, mais dans des quantités variables.

Des similitudes avec le lait de vache

Le lait caprin est riche en vitamine A qui participe au maintien d'une bonne vision et augmente la résistance aux infections. Il contient aussi de la vitamine E qui est un puissant antioxydant, dont la principale fonction est de protéger les cellules de stress oxydatif. Le lait apporte également les vitamines du groupe B, dont les B2 qui jouent un rôle dans le fonctionnement (ou renouvellement ou autre) des tissus, et les vitamines B6 qui sont essentielles à la production de divers neuromédiateurs ou hormones.

Des disparités avec le lait de vache

Elles concernent les vitamines B9 et B12.

L'acide folique (ou vitamine B9) est une vitamine essentielle pour la formation des globules rouges et des cellules nerveuses. Le lait de chèvre en contient naturellement moins. C'est le cas également pour la vitamine B12, qui est plus présente dans le lait de vache. Cette dernière, intervient dans le renouvellement des cellules, et le bon fonctionnement des neurones. Le vitamine B12 se trouve uniquement dans les aliments d'origine animale.

Les minéraux

Il est important de satisfaire les besoins en calcium et phosphore, essentiels à la croissance chez l'enfant, puis à l'entretien du capital osseux et à la prévention de l'ostéoporose chez l'adulte.

Les lait de vache et de chèvre ont des teneurs similaires en minéraux.

Comparé à ces derniers, le lait de brebis contient environ une fois et demie plus de minéraux, notamment de calcium et de phosphore.

Tableau 2 : Comparaison des teneurs en calcium et phosphore de différents laits

	Lait de chèvre entier	Lait de vache entier	Lait de brebis entier
Calcium (g/L)	1,1 - 1,3	1,2 - 1,3	1,8 - 2,6
Phosphore (g/L)	0,9 - 1,0	0,9 - 1,0	1,0 - 2,6

Source: Yves Gauzère, 2011. Composition des laits. Technologie fromagère.

Les composés volatils

Les composés volatils peuvent être regroupés en familles chimiques incluant, entre autres, les acides gras courts, les aldéhydes, les alcools, les esters, les cétones, les lactones, les composés soufrés et les terpènes. Chacune de ces familles de composés retrouvés dans le lait caprin possède une origine spécifique et contribuent, selon leurs concentrations, à la saveur du lait.

L'expérimentation

Les critères de sélection des élevages

Les exploitations agricoles (EA) remplissent 4 critères pour être sélectionnées pour le projet :

- Adhérer au contrôle laitier
- Utiliser la reproduction saisonnée
- Avoir une race dominante
- Moins de 20% des chèvres du troupeau en lactation longue

Une seconde sélection des exploitations a ensuite été réalisée afin d'obtenir dans la ration un fourrage dominant (pâturage ou affouragement en vert, enrubannage ou ensilage d'herbe, foin et ensilage de maïs).

29 fermes caprines

Au total, 57 échantillons de lait de tank de 29 élevages répartis sur le territoire du Grand Ouest ont été collectés à deux périodes de l'année.



Localisation des 29 élevages sélectionnés

La collecte de données

La collecte de données s'est effectuée sur deux périodes de l'année 2017, une première période d'avril à juin (Printemps, P1) et une seconde de septembre à novembre (Automne, P2) en 2017.

Ces collectes ont permis de prélever du lait tout en recueillant des informations nécessaires sur la conduite du troupeau au moment du prélèvement.

L'herbe dans la ration

L'objectif de cette étude a été de caractériser l'effet de la nature du fourrage et du mode de valorisation de l'herbe, pâturée, ou conservée par voie humide ou sèche, dans les systèmes de production caprins du Grand Ouest sur la composition des laits en composés d'intérêt nutritionnel.

Pour décrire l'effet de la nature de l'herbe ingérée sur la qualité nutritionnelle du lait de chèvre, les élevages ont été classés dans 4 groupes :



Foin (F)



Pâturage / affouragement en vert (HV)



Enrubannage/ Ensilage d'herbe (HH)



Ensilage de maïs (EM)

Ces derniers regroupent des exploitations agricoles (EA) qui utilisent une herbe conservée sous différentes formes dans leur ration (figure 1).

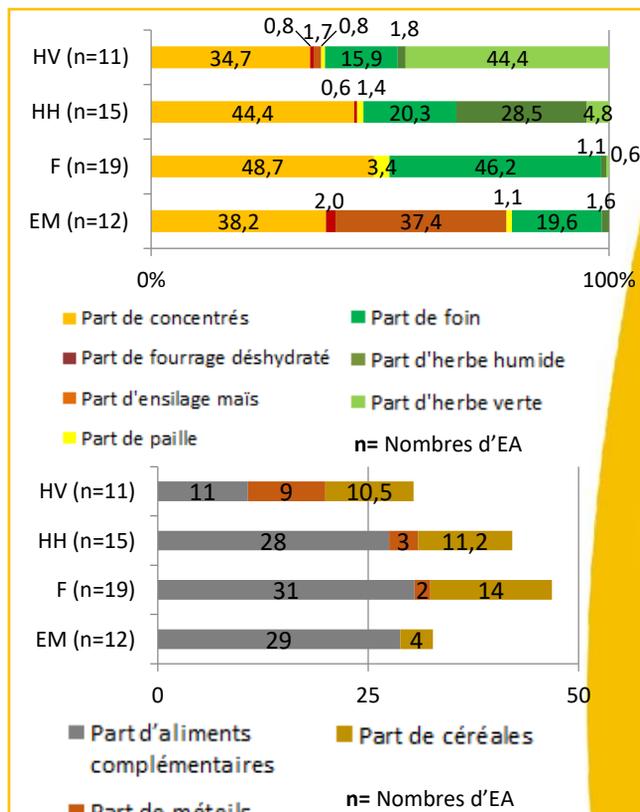


Figure 1 : Caractérisation des différents groupes de ration (en % MSI)

Aucune différence significative n'a été observée concernant les parts de tourteaux, de graines oléo-protéagineuses, d'aliments gras et de mélasse.

Caractéristiques de l'échantillon

Caractérisation des exploitations sélectionnées

Parmi les 57 exploitations sélectionnées, deux races étaient représentées : 31 exploitations en race Alpine et 26 en race Saanen. En moyenne sur l'ensemble de ces exploitations, 262 chèvres étaient traitées chaque jour. Elles étaient en moyenne à leur 203^{ème} jour de lactation et à leur 2,7^{ème} rang de lactation. Ces chèvres produisaient en moyenne 3,1 kg de lait par jour pour une consommation de 2,8 kg de matière sèche par jour.

Tableau 3 : Caractérisation de notre échantillon

	Printemps (P1)	Automne (P2)
Nb d'EA race Alpine	16	15
Nb d'EA race Saanen	13	13
Nb de chèvres traitées	280 ± 121	243 ± 137
Rang de lactation	2,7 ± 0,5	2,6 ± 0,5
Stade de lactation (j)	131 ± 75 b	279 ± 73 a
Lactations longues (% chèvres traitées)	9 ± 13	9 ± 12
Lait (kg/chèvre/j)	3,5 ± 0,7 a	2,7 ± 0,7 b
MSI (kg MS/chèvre/j)	2,9 ± 0,4 a	2,7 ± 0,3 b

La composition en macroéléments

Le taux butyreux moyen de l'échantillon sur les 2 périodes était de 37,7 g/kg, et le taux protéique de 33,8 g/kg. D'autre part, les laits contenaient en moyenne 23 622 germes par millilitre, et 1 916 x 10³ cellules par millilitre. Ensuite la quantité d'urée dans le lait était en moyenne de 501 mg/L. La lipolyse était en moyenne de 0,10 meq/100g MG. Enfin, la quantité de caséines dans le lait était en moyenne de 26,4 g/kg.

Tableau 4 : Composition moyenne en macroéléments des laits de notre échantillon

Composition	Printemps (P1)	Automne (P2)
TB (g/kg)	36,1 ± 3,4	39,3 ± 3,3
TP (g/kg)	31,4 ± 1,4	36,3 ± 2,0
Germes (/ml)	14 160 ± 11 119	32 071 ± 17 520
Cellules (10 ³ /ml)	1 432 ± 362	2 417 ± 713
Urée (mg/L)	521 ± 82	480 ± 95
Lipolyse (meq/100g MG)	0,14 ± 0,18	0,10 ± 0,00
Caséines (g/kg)	24,6 ± 1,2	28,2 ± 1,6

Effet de la nature de l'herbe ingérée

La composition en macroéléments

Le taux butyreux (TB) du lait varie en fonction de la nature de l'herbe dans la ration : il est significativement plus faible avec une ration contenant une part de foin plus importante par rapport aux autres rations (tableau 5).

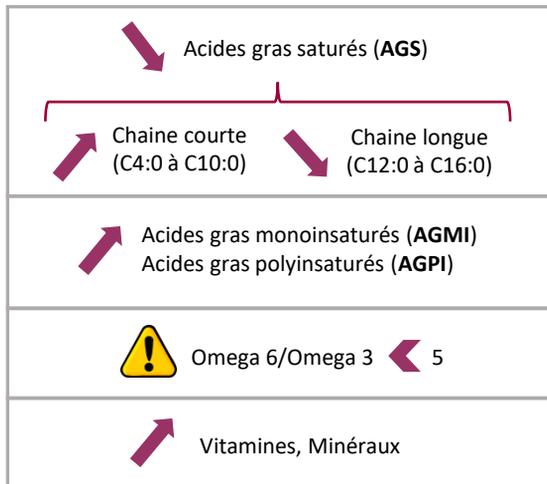
Concernant les teneurs des autres composants biochimiques du lait (les caséines, les protéines solubles, l'urée, le calcium, les cellules et les germes), aucune différence significative n'a été observée entre les différentes rations.

Tableau 5 : Macroélément du lait ayant évolué suivant la nature de l'herbe dans la ration

(g/kg)	EM	F	HH	HV
TB	39,38 a	34,92 b	38,25 a	40,36 a

La qualité nutritionnelle du lait

Pour obtenir un lait optimisé sur le plan nutritionnel, des objectifs doivent être atteints:



Les acides gras

En ce qui concerne les acides gras, les principales différences entre régimes ont été observées entre les laits obtenus au pâturage et/ou affouragement en vert et les autres régimes testés.

Les laits produits à partir d'herbe provenant du pâturage ou d'un affouragement en vert ont été moins riches en acides gras saturés et ont été plus riches en acide gras monoinsaturés notamment les C18:1 trans. Les concentrations en acide gras polyinsaturés ont également été plus élevées dans les laits issus de chèvre alimentées via du pâturage ou de l'affouragement en vert. Le ratio omega 6/omega 3 dépasse le seuil de 5 quand il s'agit de lait issu de chèvres ayant un régime à base d'ensilage de maïs. Cela peut s'expliquer par une concentration plus faible en omega 3 dans les laits issus de ces mêmes chèvres.

Tableau 6 : Comparaison des teneurs en acides gras dans le lait suivant la nature du fourrage.

(% AGT)	EM	F	HH	HV
AGS	69,72 a	69,57 a	68,22 a	65,77 b
AGMI	24,62 b	23,72 b	25,08 ab	26,46 a
Σ C18:1 trans	2,01 b	2,16 b	2,40 ab	2,82 a
AGPI	4,05 b	4,88 a	4,92 a	5,14 a
Σ Omega 3	0,44 b	0,91 a	0,72 ab	0,82 a
Ratio Omega 6 / Omega 3	5,97 a	3,77 b	4,48 b	4,03 b

Les vitamines

La majeure partie des vitamines (vitamine A, E et B6) se trouvent en quantité plus importante dans le lait quand la ration est à base d'herbe pâturée ou d'affouragement au vert.

La quantité de vitamine B9 et B12 ne semble pas modifiée par le type de ration utilisée.

La plus faible quantité de vitamines dans le lait issu de l'herbe conservée (ensilage, enrubannage, foin) peut notamment s'expliquer par l'exposition au soleil et la fermentation des fourrages qui en détruisent une grande partie.

Tableau 7 : Comparaison des teneurs en vitamine dans le lait suivant la nature du fourrage.

¹ = mg/g MG ; ² = mg/L ³ = µg/L ⁴ = ng/L	EM	F	HH	HV
Rétinol ¹ (Vitamine A)	6,20 b	6,12 b	5,16 b	8,26 a
Σ tocophérols ¹ (Vitamine E)	9,41 ab	7,28 b	7,74 b	12,07 a
Pyridoxal ² (Vitamine B6)	0,22 b	0,23 b	0,22 b	0,29 a
Pyridoxamine ² (Vitamine B6)	0,07 b	0,07 b	0,07 b	0,09 a

Les minéraux

Concernant les minéraux, notamment le calcium et le phosphore, aucune différence significative n'a été observée entre les laits issus des différents régimes alimentaires.

La qualité sensorielle du lait

Les composés volatils

Les composés volatils donnent la saveur et les arômes particuliers au lait.

Un lait produit à partir d'herbe provenant du pâturage ou d'un affouragement en vert aura une odeur légèrement plus fruitée que les autres laits. En effet cela s'explique par une présence en plus grande quantité du 2-heptanone, du méthyl butanoate et du cyclohexane. Ces derniers sont respectivement responsables d'une odeur fruitée, ressemblant à celle de la banane, d'une odeur de pomme et d'une odeur ressemblant à celle de l'amande.

En revanche, ce lait contient également plus d'acide octanoïque qui peut être responsable d'un goût rance légèrement désagréable.

Enfin les autres laits ont tendance à contenir plus d'hexanal qui procure une saveur de cuit.

Tableau 8 : Comparaison des teneurs en composés volatils dans le lait suivant la nature du fourrage.

(Log)	EM	F	HH	HV
Acide octanoïque	4,9 b	4,9 b	5,0 b	5,3 a
Hexanal	5,9 ab	6,1 ab	6,2 a	5,7 b
2-heptanone	4,9 b	5,0 b	5,1 ab	5,4 a
Méthyl butanoate	2,9 b	3,7 ab	4,1 ab	4,9 a
Cyclohexane	3,5 a	1,3 b	1,1 b	2,0 ab

Conclusions

Les résultats obtenus au cours de cet essai montrent que la majorité des composants dosés dans les laits est susceptible de varier selon la nature des fourrages distribués aux animaux. Les rations à base d'herbe, en particulier lorsque celle-ci est pâturée, augmentent en général les teneurs des laits en composants d'intérêt nutritionnel. Toutefois, la présente étude ne permet pas d'extrapoler l'impact sur la santé humaine ; la part des fromages de chèvre restant limitée dans notre régime alimentaire.

Ce qu'il faut retenir :

Les acides gras saturés ↘ avec 

Les acides gras omega3 ↗ avec  

Les teneurs en vitamines A ↗ avec 

Les teneurs en vitamines E ↗ avec 

L'herbe fraîche améliore donc la teneur en composants d'intérêt nutritionnel du lait de chèvre

Pour aller plus loin...

- Pajor F., et al., 2014. Improving nutritional quality of the goat milk by grazing.
- Martin B., Graulet B., Uijtewaal A., Ferlay A., Coppa M et Remond D., 2019. Contribution des produits laitiers aux apports nutritionnels selon la nature des fourrages distribués aux vaches laitières. Fourrages n°239. p.193-202.

Pour citer ce document :

Kocken T., Minier M., Gaborit P., Caillat H., Ferlay A.. 2019. Impact de la nature du fourrage sur la qualité nutritionnelle du lait de chèvre. Projet PSDR Flèche, PSDR Grand Ouest. Série Focus PSDR4. 6 p.

Plus d'informations sur
le programme PSDR et le projet :

www.psd.fr
www.psdrgo.org
<http://redcap.terredeschèvres.fr>

Contacts :

PSDR Grand Ouest :
Anne Ferlay (INRAE)
anne.ferlay@inrae.fr
Patrice Gaborit (Actalia):
p.gaborit@actalia.eu



Le projet a bénéficié du soutien financier de :

